

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-257700

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl.

H02K 1/22
H02K 19/10

(21)Application number : 09-058955

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.03.1997

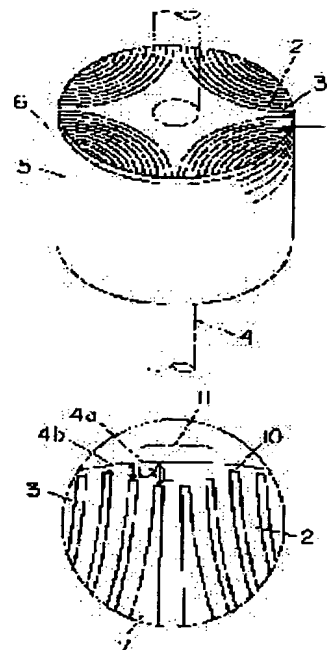
(72)Inventor : KIRIYAMA HIROYUKI
KAWANO SHINICHIROU
HONDA YUKIO
SAWADA HIROYUKI

(54) ROTOR CORE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sufficient reluctance torque by providing a plurality of slits that are arranged in a row in a radial direction, so that they project at a rotor center side and a q-axis magnetic flux cutting part whose width B wider in the radial direction of the rotor than the slits.

SOLUTION: A disk-shaped core sheet 1 is made of a high-permeability material, such as an electromagnetic steel plate. Arc-shaped strips being curved so that a center side projects are arranged in a row, while sandwiching a slit 3 in a radial direction at four locations with an equal interval in its peripheral direction. A strip 2 is preferably of arc shape, considering for example, the shape of a magnetic path and the machining of the core sheet 1. When the width of the strip 2 is increased and the slit width is also increased, the strip width also decreases and the amount of d-axis magnetic flux that flows also decreases. Therefore, a slit, namely a KK slit 7, with a larger width that becomes a q-axis magnetic flux cutting part with a width larger than those of other slits is provided inside a plurality of slits.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-257700

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

H 0 2 K 1/22
19/10

F I

H 0 2 K 1/22
19/10

Z
A

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-58955

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月13日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 桐山 博之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 川野 慎一郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 本田 幸夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

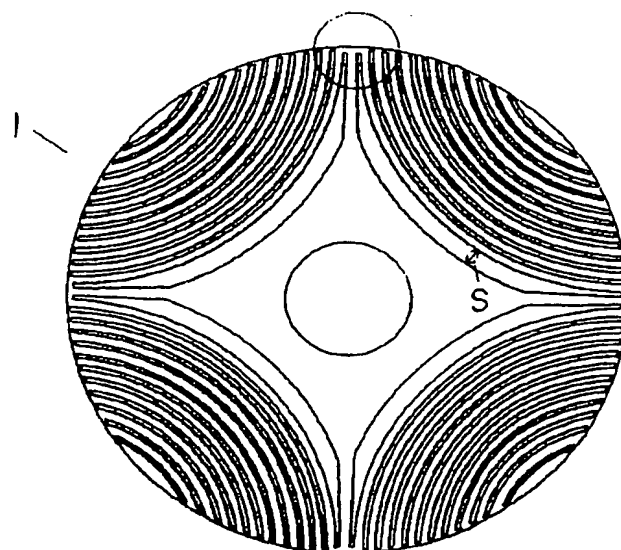
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータコア

(57) 【要約】

【課題】 従来のロータコア構成では、幅1mm程度のスリットをプレス加工により、切り欠いたものである。そして、スリット外周端部は一定の幅でストリップを連結している。しかしながら、このような構成ではq軸方向の磁束が各スリットを突き抜けてしまうので、 L_q の値が大きくなり、 T は小さくなる。このことは、リラタンスモータの効率に大きな影響を与えてしまうことを課題としている。

【解決手段】 本発明のロータコア1は、ロータ中心側に凸となるように半径方向に列設した複数スリット3と、この複数のスリット3よりロータ内周側に配置し、前記スリット3よりロータ半径方向の幅が広いq軸磁束切断部7とを備えることにより、d軸方向の磁束を小さくして、 L_d/L_q の値を大きくすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロータ中心側に凸となるように半径方向に列設した複数スリットと、この複数のスリットよりロータ内側に配置し、前記スリットよりロータ半径方向の幅が広い q 軸磁束切断部とを備えたロータコア。

【請求項 2】 q 軸磁束切断部の幅は、他のスリットの幅の 1. 2 倍以上である請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 3】 q 軸磁束切断部とは、複数の半径方向に列設したスリットよりもロータ半径方向の幅が広い間隙帯である請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 4】 q 軸磁束切断部の長さは、最も長いスリットの長さの 0. 9 倍以上である請求項 3 記載のロータコア。

【請求項 5】 q 軸磁束切断部とは、端部から中央部にかけて幅が広がっている請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 6】 q 軸磁束切断部とは、スリットよりもロータ半径方向の幅が中央部で 3 倍以上あり、端部では 1 倍以上ある間隙である請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 7】 q 軸磁束切断部は空隙部である請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 8】 中心側に凸となるようにストリップを半径方向に列設したコアシートをロータ軸方向に積層してなるロータコアにおいて、コアシートの応力集中部に備えるスリット外周端部の幅が、他のスリットの外周端部の幅より広いことを特徴とする請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 9】 応力集中部とはロータの最も内側のスリット外周端部と、2 番目に内側のスリット外周端部であり、最も内側のスリット外周端部の幅は、2 番目に内側のスリット外周端部の幅より広い請求項 8 記載のロータコア。

【請求項 10】 スリット外周端部のみにより各ストリップを連結した請求項 8 記載のロータコア。

【請求項 11】 スリット内に、隣接するストリップを連結するブリッジ部を設けた請求項 1 記載のロータコア

【請求項 12】 スリット端部は曲線状である請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 13】 コアシートが励磁されたときに、このコアシートのストリップとブリッジ部とで蛇行状の磁路が形成されるように前記ストリップとブリッジ部とを連結した請求項 12 記載のロータコア。

【請求項 14】 スリットの中に樹脂をつめた請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 15】 ロータコアは、q 軸方向と同一方向の外周部を備えたコアシート A と、q 軸方向と同一方向の外周部を切り欠いたコアシート B からなり、前記コアシー *

$$T = P_n (L_d - L_q) i_d i_q \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 P_n は極対数、 L_d 、 L_q は d、q 軸インダクタンス、 i_d 、 i_q は d、q 軸電流である。上記 (1)

* ト A の間に、コアシート B を挟み込んだことを特徴とする請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 16】 複数枚のコアシートを積層する際に、各コアシートの取付位置をロータ軸方向でずらしてスキューをかけた請求項 1 記載のロータコア。

【請求項 17】 q 軸磁束切断部とは、複数のスリットを形成するストリップ中で最もロータ中心側に位置するストリップに囲まれた間隙部である請求項 1 記載のロータコア。

10 【請求項 18】 請求項 1 のロータコアを用いて構成した電動機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、リラクタンストルクを利用するリラクタンスマータのロータコア構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 リラクタンスマータは、インダクタンスモータと比較して回転子の 2 次銅損が発生しないという特徴があるため、電気自動車や工作機械等の駆動用モータとして注目されている。しかし、この種のモータは一般に力率が悪く、産業用として利用するには、ロータコア構造あるいは駆動方法等の改善が必要であった。近年、ロータコアのコアシートに多層のフラックスバリアを設けることにより力率を向上させる技術が開発された(平成 8 年電気学会全国大会誌、1029、本田ら著「マルチフラックスバリアタイプ シンクロナスリラクタンスマータの検討」参照)。

20 【0003】 図 16 にこの従来の改良されたリラクタンスマータのロータコア構造の一例を示す。図 16 (a) において、電磁鋼板製の円板状のコアシート 161 に、多層のフラックスバリア 162 がコアシート 161 の軸芯 163 に対し円弧状に形成されている。フラックスバリア 162 は幅 1 mm 程度のスリット(貫通溝)からなり、プレス加工されたものである。また、コアシート 161 の外周には回転時にかかる遠心力に対する強度を持たせるため、一定幅の接続環 164 を設けている。

40 【0004】 コアシート 161 をロータ軸 165 の方向に数十枚積層することにより、図 16 (b) に示すようなロータコア 166 が完成する。そして、このロータコア 166 を、図 16 (c) に示すようなステータ 167 内にセットすれば、ステータ 167 の複数の界磁部 168 より、ロータコア 166 に回転磁界が与えられ、これにより、リラクタンストルク T が発生する。このリラクタンストルク T は次式で表される。

【0005】

式より、このモータの性能を左右するのは d、q 軸インダクタンスの差 $L_d - L_q$ の大きさであることが分か

る。そこで、この差 $L_d - L_q$ を大きくするために、上記フラックスバリアを設けることにより、スリットを横切る q 軸方向の磁路に抵抗を与える一方、スリット間に挟まれた d 軸方向の磁路を確保していた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の構成では、幅 1mm 程度のスリットをプレス加工により、切り欠いたものである。そして、スリット外端部は一定の幅でストリップを連結している。しかしながら、このような構成では q 軸方向の磁束が各スリットを突き抜けてしまうので、 L_q の値が大きくなり、 T は小さくなる。このことは、リラクタンスマータの効率に大きな影響を与えてしまう。そこで、各スリットのスリット幅を広げて q 軸方向の磁束を小さくしようとすると逆にストリップの幅が狭くなってしまい、 L_d の値が小さくなり、やはり T も値が小さくなってしまう。

【0007】 本発明は、従来構成の課題を解決すべく創案されたもので、十分なリラクタンストルクを得ることにより、モータの性能の向上を図りうるリラクタンストルクを利用して回転駆動するロータコアを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明のロータコアは、ロータ中心側に凸となるように半径方向に列設した複数スリットと、この複数のスリットよりロータ内側に配置し、前記スリットよりロータ半径方向の幅が広い q 軸磁束切断部とを備えることによりストリップの幅を変えないで L_q を小さくすることが可能であり、 L_d/L_q の値を大きくすることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】 本発明のロータコアは、ロータ中心側に凸となるように半径方向に列設した複数スリットと、この複数のスリットよりロータ内側に配置し、前記スリットよりロータ半径方向の幅が広い q 軸磁束切断部とを備えており、 q 軸磁束切断部により q 軸方向の磁束は遮断される。また、 d 軸磁束を流すストリップの幅を小さくするわけではないので、 d 軸磁束方向の磁束量を落とすことはない。よって、 L_d/L_q を高くすることができる。さらに、 q 軸磁束切断部の幅は、他のスリットの幅の 1.2 倍以上が好適である。

【0010】 さらに、 q 軸磁束切断部の長さは、他のスリットの長さの 0.9 倍以上であるのが好適である。なぜならば、あまりにも q 軸磁束切断部の長さが短いと、 q 軸方向の磁束は、 q 軸磁束切断部のスリット外周端部から漏れてしまう。よって、 q 軸磁束が漏れないように、 q 軸磁束切断部の長さは他のスリットの長さの 0.9 倍以上が必要である。

【0011】 さらに、 q 軸磁束切断部とは、端部から中央部にかけて幅が広がっているもので、ロータ端面ではスリットの幅が小さく、 d 軸方向の磁束が入力しやす

く、かつスリットの中央部の q 軸方向の磁束の磁束量を小さくすることができる。

【0012】 さらに、 q 軸磁束切断部とは、スリットよりもロータ半径方向の幅が中央部で 3 倍以上であり、端部では 1 倍以上ある間隙であることが好適である。

【0013】 さらに、 q 軸磁束切断部は空隙部であってもよい。さらに、中心側に凸となるようにストリップを半径方向に列設したコアシートをロータ軸方向に積層してなるロータコアにおいて、コアシートの応力集中部に備えるスリット外周端部の幅が、他のスリットの外周端部の幅より広くすることにより、応力集中部に遠心力による力が集中しても、この力に耐えられるだけの外周端部の幅を備えているので、ロータコアが遠心力により変形することはない。

【0014】 さらに、他の外周端部の幅は磁束が飽和して、この外周端部に磁束が流れないように構成しているので、 L_d/L_q のインダクタンス比を高く保つことができる。なお、応力集中部とはロータの半径、材質、回転数などにより決まり、コアシートの最も中心側のスリットであってもよい。また、応力集中部とはコアシートの最も中心側のスリットと、 2 番目に中心側のスリットであってもよい。また、応力集中部とはコアシートの最も中心側と、 2 番目と、 3 番目のスリットであってもよい。

【0015】 さらに、スリット端部を曲線状にすることにより、スリット端は R を有し、スリットの強度がさらに増す。

【0016】 さらに、隣接するストリップ間にブリッジ部を設けることにより、各スリットが連結されるので、ロータの強度が強くなる。

【0017】 さらに、コアシートが励磁されたときに、このコアシートのストリップとブリッジ部とで蛇行状の磁路が形成されるように前記ストリップとブリッジ部とを連結することによって、 q 軸方向の時期抵抗が高くなり、 L_d/L_q を小さくすることができる。

【0018】 さらに、スリットの中に樹脂をつめることによって、ロータの強度があがる。さらに、ロータコアは、 q 軸方向と同一方向の外周部を備えたコアシート A と、 q 軸方向と同一方向の外周部を切り欠いたコアシート B からなり、前記コアシート A の間に、コアシート B を挟み込むことにより、このコアシート B に発生する q 軸方向の磁路はこの切り欠いた部分を横切るため q 軸方向の磁路に対する抵抗が大きくなるが、 d 軸方向の磁路はコアシート B 内に確保されるため、 d 軸に対する磁路はほとんど変わらない。したがって、 d 軸、 q 軸インダクタンスの比 L_d/L_q を大きくすることができるので、リラクタンストルクを大きくとることができる。また、このコアシート A と、コアシート B とを交互に配置してもよい。

【0019】 さらに、複数枚のコアシートを積層する際

に、各コアシートの取付位置をロータ軸方向でずらしてスキューをかけてもよい。

【0020】さらに、q軸磁束切断部とは、複数の半径方向に列設したスリットよりもロータ半径方向の幅が広い間隙帯であるので、q軸方向の磁束を全体的に遮断することができ、さらにq軸磁束切断部のより内側には回転軸支持部を有しているので回転軸の確実な固定も可能である。

【0021】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明の実施例について説明する。なお、以下の実施例は本発明を具体化した1例であって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【0022】（実施例1）図1において、1は電磁鋼板等の高透磁率材からなる円板状のコアシートであって、その周方向には等間隔置きで4箇所、中心側に凸となるように湾曲する円弧状のストリップが半径方向にスリット3を挟んで列設されている。このようなコアシート1はプレス加工もしくはレーザ加工等により形成される。ストリップ2の形状としては、磁路の形状やコアシート1の加工等を考慮すれば、円弧状とするのが好適である。ただし、V字型やU字型の形状としてもよいのは勿論である。そして、コアシート1をロータ軸4方向に数十枚積み重ねて積層体5とした後、ロータ軸4が挿入されることによりロータコア6が完成される。このようなコアシート1同士は必要に応じて接着剤等で一体的に固着される。

【0023】このように完成されたロータコア6を図示しないステータ内にセットすれば、ステータの複数の歯からなる界磁部より、ロータコア6に回転磁界が与えられ、これにより、リラクタンストルクが発生する。すなわち、このようなロータ6を有するリラクタンスマータにおいては、ストリップ2を横切るq軸方向のインダクタンス L_q と、ストリップ2に沿ったd軸方向のインダクタンス L_d とを比較すると、次のようになる。すなわち、q軸方向には電磁鋼板に比べて透磁率が約1/1000である空気層よりなるスリット3で磁路に抵抗を与えているため、磁束がほとんど通らず、インダクタンス L_q は小さくなる。一方、d軸方向には、ストリップ2が磁路を形成しているため、磁束が通り易く、インダクタンス L_d は大きくなる。

【0024】なお、従来このようなスリット3を複数に設けたとしても、ほんのわずかの磁束がスリット3を通過してしまうことがあった。そこで、各スリット3を厚くすることによってq軸方向の磁束を減らすことも考えられるが、各ストリップ2の幅が薄くなってしまいd軸磁束の流れが小さくなる。さらに、そこでストリップ2の幅も厚く、スリットの幅も厚くしようとすると、ストリップの幅も小さくなってしまい、同様にd軸磁束の流れる量も少なくなってしまう。そこで、実施例1では複

数のスリットより内側に他のスリットよりも幅の広いq軸磁束切断部となす幅の広いスリット、KKスリット7を設けた。

【0025】図2、図3により、KKスリット7を説明する。スリット3はロータの中心側に向かって列設されている。この複数のスリット3よりも、中心側にq軸磁束切断部となす大スリット7を設ける。この大スリット7は、他のスリット3より、ロータ半径方向のスリット幅Sが広い。さらに、大スリット7の長さは、最も長いスリットである、最も内側のスリット2の長さとはほぼ同じであり円弧状である。

【0026】図3には、コアシート1の外周部が示されている。スリット3とロータコア6の外側部との間隔がスリット外周端部10である。このロータコアは、このスリット外周端部10のみで、各ストリップ2を連結している。この各ストリップ2を連結している最も内側のスリット外周端部4aと、2番目に内側のスリット外周端部4bは応力集中部11であり、このスリット外周端部4a、4bの幅 L_1 、 L_2 は、応力集中部11以外の部分では同一幅であるが、応力集中部11では、他のスリット幅よりも幅が広がっている。この時の応力集中部とは、スリット外周端部に働く力が最も大きい箇所であり、この応力集中部のスリット外周端部ほど、支えているストリップ数が多く遠心力による係る力は大い、かつ遠心力により、ストリップはロータ外側へ力が加わり、ストリップが直線になろうとし、ストリップ端部がスリット外周端部を押すので、さらに、応力集中部のロータ外周端部に力がかかる。つまり、応力集中部とは、ロータ内側のスリット外周端部であるが、実施例1では大スリット7のスリット外周端部である。なお、ロータの大きさ、回転速度などにより応力集中部の数は決まる。

【0027】このように、応力集中部11の外周端部の幅 L_1 、 L_2 を、他の端部の幅よりも幅広にすることでロータの高速回転を可能にする。つまり、ロータの回転により生ずる遠心力は、ロータの中心になるほど大きくなる。よって、ロータ内側である応力集中部11に力が集まっても、応力集中部11のスリット外周端部の幅 L_1 、 L_2 は広いので、高速回転による遠心力にも耐える。また、応力集中部11以外のスリット外周端部10では、ロータの回転により発生する遠心力は応力集中部よりも小さいので、スリット外周端部の幅を小さくすることができる。このように、応力集中部以外でのスリット外周端部の幅を小さくすれば、磁気飽和によりスリット外周端部を介して、d軸磁束がq軸方向に流れることはない。

【0028】つまり、q軸方向の磁束に関しては、各スリットによってq軸方向に磁束は流れないが、大スリット7が他のスリットの幅よりも広くしているので、さらにq軸磁束を減らし、 L_q を小さくすることができる。

この時、大スリット7は各ストリップ2よりロータ内側に設けているので、各ストリップの幅を小さくすることはない。よって、d軸方向の磁束は各ストリップを通り、d軸方向に流れる。つまり、 L_d の値は小さくならない。よって、 L_d/L_q の値は大きくなり、Tを減らすことができる。

【0029】さらに、スリット外周端部のみでストリップを連結することにより、d軸方向に流れる磁束はスムーズに流れ、各ストリップを連結している箇所はスリット外周端部のみになるのでd軸方向の磁束の漏れがさらに少なくなる。つまり、 L_d/L_q の値はさらに大きくなる。

【0030】なお、この時の大スリット7の幅は、他のスリットの幅より中央部が3倍以上広い大きさであるが、これはロータコアの回転軸の大きさによって決まる。よって、回転軸が小さければ、さらにKKスリットの幅をさらに大きくすることができる。

【0031】また、ロータコアの中心を中空または、樹脂をつめ込んだ構成（最も内側のストリップに囲まれた部分を間隙とする。）とし、このロータコアの端面を回転軸が突出した固定具により挟持してもよい。つまり、最も内側に位置するストリップの内側を中空にすることにより、さらに L_q を小さくすることができる。

【0032】なお、大スリット7の幅はロータ中央部を特に広くすることが好適である。なぜならば、スリットの端部で広い幅を取ってしまうとd軸方向の磁束の入力面が小さくなってしまふ。つまり、大スリットの端部の幅も中央部と同じくらい広くすると、d軸磁束の入力部の幅も小さくなってしまい、 L_d の値が小さくなってしまふからである。大スリット7長さは、最も長いスリットの長さの0.9倍以上が適している。なぜならば、あまり短すぎるとq軸磁束が大スリットのスリット外周端から漏れてしまうので L_d/L_q の値が小さくなる。

【0033】なお、応力集中部は最も中心側のスリット外周端部としたが、回転数、材質、スリット外周端幅を考慮して応力集中部を最も中心側のスリット外周端部と2番目に中心側のスリット外周端部としてもよいし、応力集中部を最も中心側、2番目に中心側、3番目に中心側のスリット外周端部としてもよいし、応力集中部をさらに多くのスリット外周端部としてもよい。

【0034】そして、このようなロータコアを電動機に用いることにより高回転・高トルクにすることが可能であり、電気自動車、コンプレッサ、エアコン等に用いることにより高性能、高出力を可能にする。

【0035】さらに、コアシート1の各ストリップ2間のスリット3を樹脂を封止してもよい。具体的には、コアシート1のスリット3に樹脂を入れて固めてもよい。このようにすれば、コアシート1にブリッジ部を設けることなくその回転強度をより大きくすることができる。封止剤には、アルミニウム、硬質ゴム等の他の低透磁率

材を用いてもよい。

【0036】また、図2では、スリット外周端部4aの幅 L_1 は、スリット外周端部のロータ内側辺 r_1 とスリット外周端部のロータ外側辺 r_2 は、 $r_1=r_2$ の関係であり、スリット外周端部4bのスリット外周端部のロータ内側辺 r_3 とスリット外周端部のロータ外側辺 r_4 は、 $r_3=r_4$ である。同様に他のスリット外周端部のロータ内側辺とロータ外側辺の長さは各スリットごとで同じである。つまり、 $r_1=r_2>r_3=r_4>r_5=r_6=r_7$ …という関係である。しかし、スリット外周端の幅が、スリット外周端外側辺が内側辺より大きい図4に示すように $r_1>r_2>r_3>r_4>r_5=r_6=r_7$ …であってもよい。

【0037】なお、スリット外周端の幅は隣接するスリット外周端部の幅より広いという関係は、応力集中部のみではなく、ロータ全体のスリットであってもよい。具体的には図5に示すように $L_1 \geq L_2 \geq L_3 \geq L_5 \geq \dots$ …であってもよいし、 $r_1 \geq r_2 \geq r_3 \geq r_4 \geq r_5 \geq r_6 \geq \dots$ …であってもよい。

【0038】なお、このようなロータコアを用いた電動機は回転子の2次銅損が発生しないのでコンプレッサ、エアコン、冷蔵庫、電気自動車に用いることが適している。

【0039】（実施例2）図6は、コアシート41の正面図を示す。スリット43はロータの中心側に向かって列設されており、この複数のスリット43中で、最も中心側に位置するスリット43を大スリット47とする。この大スリット47は、最もロータの中心側に位置し、このスリット幅は、他のスリット幅よりも広い。

【0040】応力集中部となす、最も内側のスリット外周端部44aと2番目の内側のスリット外周端部44bは、他のスリット外周端部の幅よりも短い。そして、スリット外周端部の幅44aは、スリット外周端部44bの幅よりも大きい。さらに、各ストリップ42を連結するようにブリッジ部45を各ストリップ間に設けた。このように応力集中部のスリット外周端部の幅を大きくし、ブリッジ部45を設けることにより、ロータを高速回転した場合により発生する遠心力が生じても、ロータの強度が増しているため、ロータの高速回転に耐えることができる。

【0041】具体的には、コアシートが励磁されたときに、このコアシート41のストリップ42とブリッジ部45とで蛇行状の磁路が形成されるように前記ストリップ42とブリッジ部とを連結する。コアシートの内周側ほど、ストリップ42とブリッジ部45との連結点間の距離が長くなるように各ブリッジ部45を形成する。隣り合うストリップ42間で、ストリップ42とブリッジ部45との連結点が交互となるように各ブリッジ部45を形成する。これらにより、コアシート41の回転強度を確保でき、かつ、コアシート41が励磁されたとき

に、このコアシート41に発生するq軸方向の磁路を細長くして、q軸方向の磁路に対する抵抗を大きくすることができる。

【0042】ここで、1枚のコアシート41内で前記蛇行状の磁路が形成されるようにすれば平面的にq軸方向の磁路を長くしてq軸方向の磁路に対する抵抗を大きくすることができるが、場合によっては1枚のコアシート41内では、磁束が飽和し前記蛇行状の磁路が形成されなくなることがある。コアシート41をロータ軸方向に積層してコアシート41間でロータ軸方向に前記蛇行状の磁路が形成されるようにすれば、磁束が飽和しにくくなり前記蛇行状の磁路を立体的に形成することができるため、q軸方向の磁路を長くしてq軸方向の磁路に対する抵抗を大きくすることができる。

【0043】さらに、ブリッジ部45の幅がストリップ42の幅よりも小さくなるように、各ブリッジ部45を形成すれば、q軸方向の磁路を細くすることができる。この場合もq軸方向の磁路に対する抵抗が大きくなるため、上記と同様の作用効果を得ることができる。ブリッジ部45の幅がコアシート41の内周側ほど太くなるように、各ブリッジ部45を形成すれば、コアシート41の回転時の遠心力の分布状態に応じた強度を確保することができる。

【0044】ところで、図7ではコアシート41が励磁されたときに、このコアシート41に発生するd軸方向の磁路が形成される様子を示したが、コアシート41のロータ中心から最も内周側のストリップ42までの間に位置する大スリット47にはほとんどd軸方向の磁路が形成されていない。一方、図8のq軸方向の磁路はこの大スリット47に集まるように形成されている。そこで、大スリット43の幅を他のスリット43の幅よりも大きくなるようにコアシート41を形成すれば、ほとんどq軸方向の磁路だけがこの大スリット43を横切ることとなるため、d軸方向の磁路に対する抵抗にはほとんど影響せず、q軸方向の磁路に対する抵抗のみをより大きくすることができ、より大きな効果を得ることができる。

【0045】さらに、このコアシート41に発生するd軸方向の磁路は、q軸方向の外周部には中心側に比べてわずかしかなら形成されていない。そこで、図9に示すように、q軸方向の外周部49を削除すれば、ほとんどq軸方向の磁路だけがこの削除された部分を横切るため、d軸方向の磁路に対する抵抗にはほとんど影響せず、q軸方向の磁路に対する抵抗のみをより大きくすることができ、より大きな効果を得ることができる。

【0046】ただし、図10に示すように、このコアシートに発生する磁路のq軸方向の外周縁のみを連結する連結環50を設ければ、上記のわずかながら形成されるd軸方向の磁路を確保できるため、d軸方向の磁路に対する抵抗を若干小さくすることができる。ここでの連結

環50は従来例の接続環と異なり、強度メンバーではないので、コアシートの半径方向の幅は加工上の極限まで薄いものとするのが望ましい。

【0047】さらに、コアシート41の回転時の遠心力に対する強度確保の点からは、このコアシート41に発生する磁路のq軸方向に列設された各ストリップ42を直線的に連結するブリッジ部11を設けるのが望ましい。

【0048】またブリッジ部45を、コアシート41の内側が太く、外周側が細くなるように形成すれば、先端部のマスが小さくなり、アンバランス強度上も有利である。ブリッジ部45の幅は、コアシート41の少なくとも中心側ではストリップ42の幅よりも太くなるように形成すれば、実用上十分な強度を確保できる。ブリッジ部を複数本設けるときは、アンバランス強度上、左右対称に設けるのが望ましい。これらにより、コアシート41の回転強度をより大きくすることができるため、より高速回転にも耐えられるモータを実現できる。

【0049】図6に示したコアシート1はこれらの工夫をすべて適用した例であるが、その一部を適用してもよいのは勿論である。そのような具体例を図11(a)～(f)に示した。なお、q軸磁束部となすKKスリットは、図に示すようにロータの変形方向に1本でなくとも、複数本でもよい。

【0050】(実施例3)図12、13に実施例3のロータの正面図を示す。透磁率材製のコアシートをロータ軸方向に積層してなるリラクタンスモータのロータコア構造において、q軸方向と同一方向の外周部を備えた応力集中部のスリット外周部の幅を他のスリット外周部幅より広くしたコアシートA81と、q軸方向と同一方向の外周部を切り欠いたコアシートB82からなり、前記コアシートAの間に、コアシートBを挟み込むことを特徴とするものである。さらにコアシートA81の最も内周側のスリットより、内側には他のスリットのスリット幅より広い幅を有する大スリットを設けた。

【0051】上記構成によれば、コアシートが励磁されたときに、このコアシートA81に発生する磁路のq軸方向と同一方向の外周部を切り欠いたコアシートB82を、コアシート間に挟み込むことにより、このコアシートに発生するq軸方向の磁路はこの切り欠いた部分を横切るためq軸方向の磁路に対する抵抗が大きくなるが、d軸方向の磁路はコアシートB82内にも確保されるため、d軸方向の磁路に対する抵抗はほとんど変わらない。したがって、d、q軸インダクタンスの比 L_d/L_q を大きくすることができるので、リラクタンストルクを大きくとることができる。このように十分なリラクタンストルクを得て、モータ性能の向上を図ることができる。

【0052】具体的には、コアシートA81とコアシートB82とを交互に配置しているが、あるいは、複数枚

のコアシートAごとにコアシートB82を挟み込んでもよい。

【0053】図14(a), (b)に示すように、コアシート82を、コアシート81間に挟み込んでいることを特徴とするコアシートの形状は、図14に示すように、コアシート81が励磁されたときに、このコアシート81に発生する磁路のq軸方向と同一方向の外周部83を切り欠いたものを用いる。コアシート82の配置は図14(a)に示すように、コアシート81とコアシート82とを交互に配置したり、あるいは図14(b)に示すように、コアシートA81のグループごとにコアシート81を挟み込んだりすればよい。

【0054】このように、コアシートB82をコアシートA81間に挟み込むことにより、コアシートA81が励磁されたときにこのコアシートA81に発生するq軸方向の磁路は外周部の切り欠いた部分を横切るため、q軸方向の磁路に対する抵抗が大きくなるが、d軸方向の磁路はコアシートB82内にも確保されるため、d軸方向の磁路に対する抵抗はほとんど変わらない。したがって、d, q軸インダクタンスの比 L_d/L_q を大きくすることができるので、リラクタンストルクを大きくとることができる。

【0055】(実施例4)最も内側のスリットが他のスリットよりも幅の広いKKスリットを備えたコアシートを複数積層する際に、各コアシートの取り付け位置をロータ軸方向でずらしてスキューをかければ、d軸方向の磁路に対する抵抗がロータ周方向において均一化されるため、ステータからロータに入ったり、ロータからステータに出るd軸方向の磁束が均一化され、磁束の不均一に起因するトルクリップルを低減して、モータ性能をさらに向上させることができる。

【0056】この場合、前記スキューを階段状としたり、あるいは、前記スキューがステータの歯のピッチ以下のスキュー量よりなるものとしてもよい。

【0057】複数枚のコアシートを積層する際に、図15(a)に示すように、各コアシート91の取り付け位置をロータ軸方向でずらしてスキュー97をかければ、d軸方向の磁路に対する抵抗がロータ周方向において均一化されるため、ステータからロータコア96に入ったり、ロータコア96からステータに出るd軸方向の磁束が均一化され、磁束の不均一に起因するトルクリップルを低減して、モータ性能をさらに向上させることができる。

【0058】この場合、図15(b)に示すように、前記スキュー97を階段状としたり、あるいは、図15

(c)に示すように、ロータ軸94方向の途中で折れ曲がったようなV字状としてもよい。本発明者らの経験によれば、前記スキュー47は、ステータの歯92のピッチ以下のスキュー量よりなるものとするのが望ましい。

【0059】このようにロータコア46側に適当なスキ

ュー97をかけてモータ性能をさらに向上させることができる。ステータ側にスキューをかけても、上記と同様にトルクリップルを低減して、モータ性能をさらに向上させることができることは周知の通りである。

【0060】

【発明の効果】本願請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 16, 17記載の発明は、 L_d を高い値で保ち小さくすることができるので、 L_d/L_q のインダクタンス比を高く保ちながら、高速回転を駆動することができる。よって、高効率・高出力の電動機を提供することができる。

【0061】さらに、請求項5, 6記載の発明は、ロータ外周部付近のスリット幅が狭いのでステータからのd軸磁束がロータに入りやすいので、 L_d を大きくすることができ、電動機のTを大きくすることができる。

【0062】さらに、請求項8, 9記載の発明は、応力集中部のみスリット幅を厚くしているので高速回転が可能な電動機を提供することができる。

【0063】さらに、請求項10記載の発明はストリップの連結する点が、スリット外周端部のみになり、さらに L_d/L_q の比を高く保つことができるので、さらに高効率の電動機を提供することができる。

【0064】さらに、請求項11記載の発明によって、ブリッジ部を設けることによりさらに高速回転をすることができる。

【0065】さらに、請求項12記載の発明は、スリット端部のR形状を得ることにより強度が増し、高速回転をすることが可能である。

【0066】さらに、請求項13記載の発明は、q軸方向の磁束抵抗が大きくなり、 L_q をさらに小さくすることが可能である。

【0067】さらに、請求項14記載の発明は、強度が増し、高速回転が可能となる。さらに、請求項15記載の発明は異なったコアシートを用いることによりさらに、高効率・高出力の電動機を提供することができる。

【0068】さらに、請求項16記載の発明は、コギングトルクを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明は実施例1のリラクタン্সモータの全体構成を示す斜視図

【図2】同コアシートの平面図

【図3】同コアシートの部分拡大図

【図4】同コアシートの平面図

【図5】同コアシートの平面図

【図6】同実施例2のコアシートの平面図

【図7】同コアシートの磁路を示す説明図

【図8】同コアシートの磁路を示す説明図

【図9】同要部拡大図

【図10】同要部拡大図

【図11】同要部拡大図

13

14

【図12】 同実施例3コアシートAの平面図

【図13】 同コアシートBの平面図

【図14】 同ロータコアの断面図

【図15】 同実施例6のロータコアの断面図

【図16】 従来のロータコアを示す図

【符号の説明】

1 コアシート

2 ストリップ

3 スリット

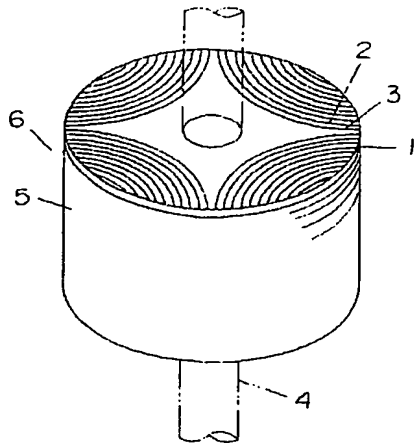
4 ロータ軸

5 積層体

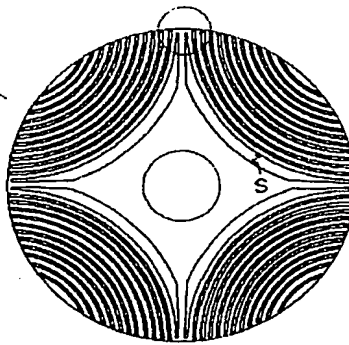
6 ロータコア

7 KKスリット

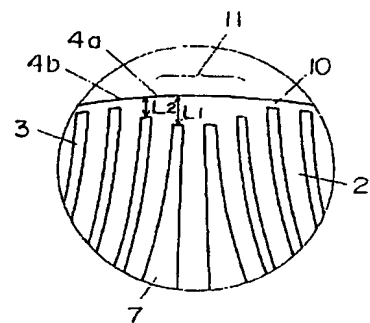
【図1】



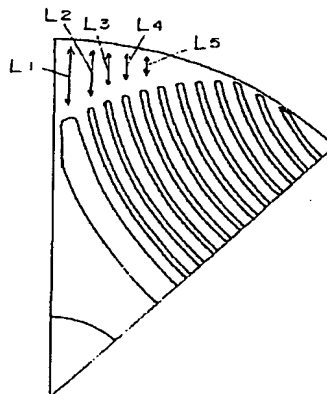
【図2】



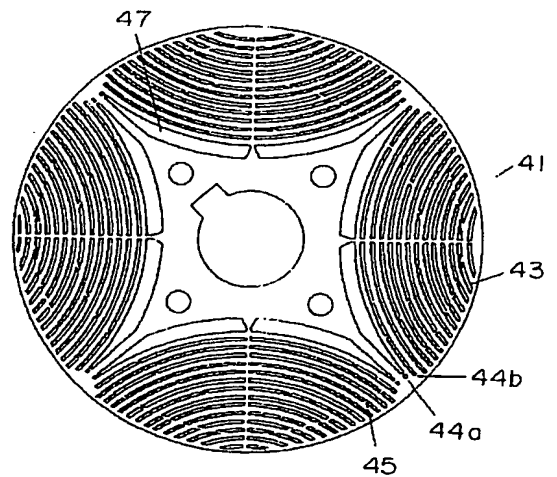
【図3】



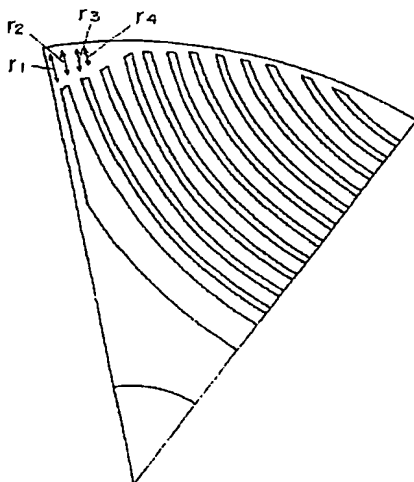
【図5】



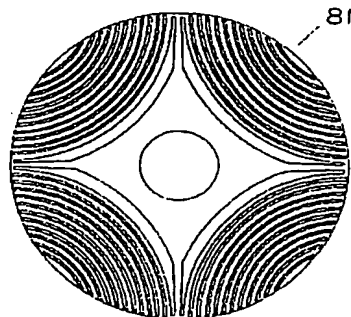
【図6】



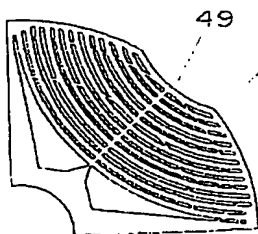
【図4】



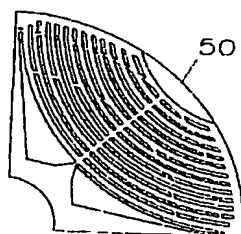
【図12】



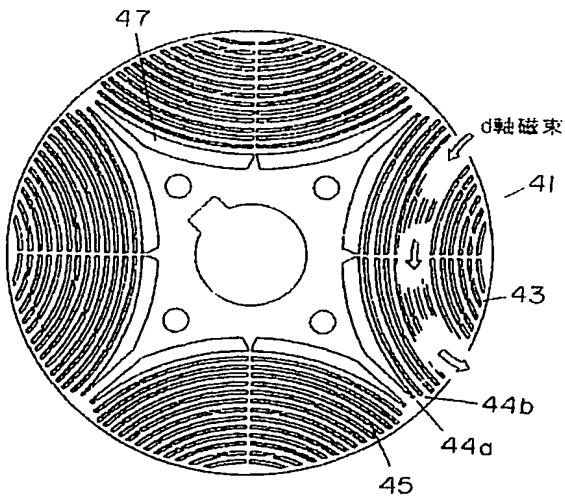
【図9】



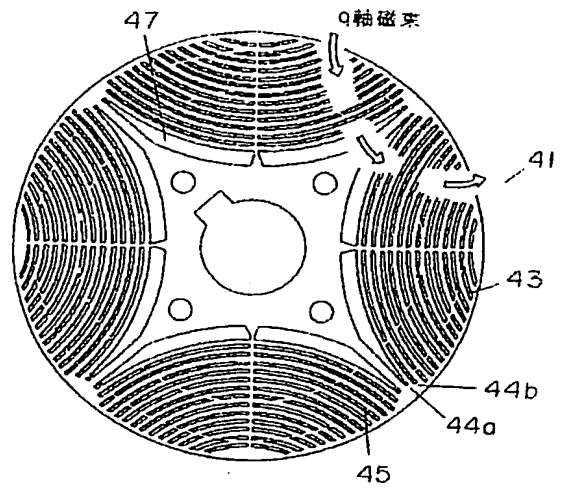
【図10】



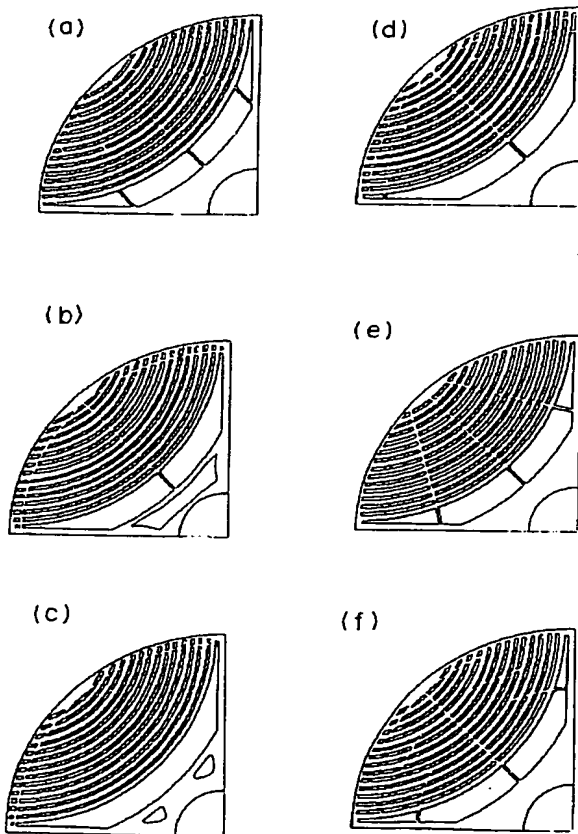
【図7】



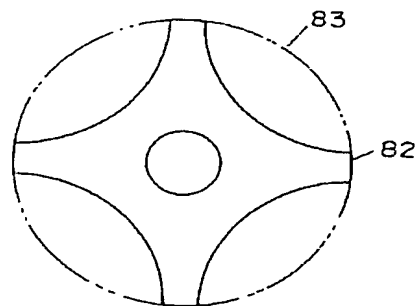
【図8】



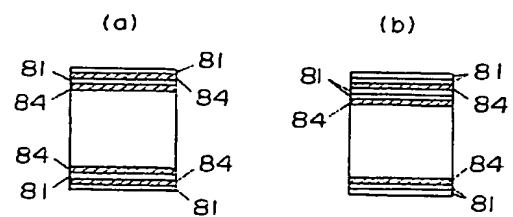
【図11】



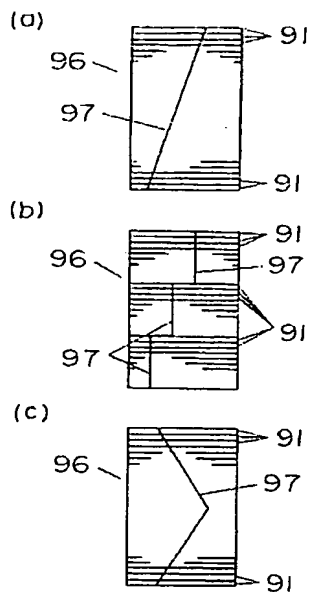
【図13】



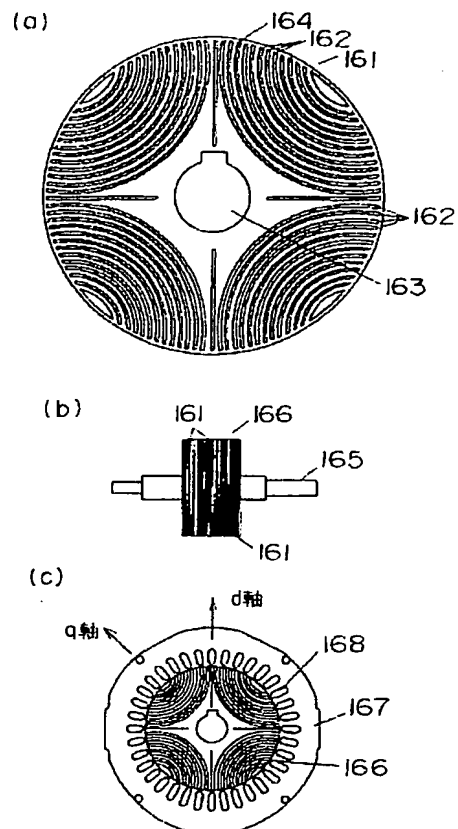
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 澤田 裕之
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内